



**Kanton Zürich
Baudirektion
Hochbauamt**

Richtlinie Gebäudetechnik Heizungs- und Kälteanlagen

12. April 2021

© **2020 Baudirektion Kanton Zürich, Hochbauamt**

Fachkoordination Gebäudetechnik, Beat Wüthrich

12. April 2021

Version V 1.2

Ingress: Die im vorliegenden Text zur Vereinfachung verwendeten Funktionsbezeichnungen gelten auch für weibliche Funktionsträger.

Die vorliegende Richtlinie wurde an der Sitzung der Geschäftsleitung HBA vom 18. Januar 2017 in Kraft gesetzt und am 7. Dezember 2020 durch die HBA-Fachkoordination Gebäudetechnik überarbeitet.

Richtlinie Gebäudetechnik

Heizungs- und Kälteanlagen

1.	Allgemeine Grundsätze	4
2.	Auszug «KBOB-Empfehlung»	4
3.	Ergänzungen des Hochbauamtes	9
	3.1. Heizung und Kälte: Technische Anforderungen	9
	3.2. Dämmungen: Technische Anforderungen	9
	3.3. Dämmungen: Ausführung	10
	3.4. Projektdokumentation und Nachweise	11

1. Allgemeine Grundsätze

Für die Bauvorhaben des Hochbauamtes des Kantons Zürich ist die Empfehlung Gebäudetechnik der KBOB (Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren) in vollem Umfang anzuwenden. Das Kapitel "Ergänzungen des Hochbauamtes" beschränkt sich auf wenige Ergänzungen und Präzisierungen dazu. Bei Widersprüchen gehen die Vorgaben des HBA der KBOB-Empfehlung vor.

2. Auszug «KBOB-Empfehlung»



Teil 6 - Heizungs- und Kälteanlagen

Der Teil 1 "Konzeptionelles und fachgebietsübergreifende Vorgaben" ist zu berücksichtigen.

Energieträger

Die Art der Wärme- und Kälteerzeugung wird im Rahmen des Energiekonzeptes festgelegt. Dabei sind die folgenden Kriterien bezüglich der Energieträger zu beachten:

Abwärme	<ul style="list-style-type: none"> - Mögliche Abwärmequellen sind: Abwasser, Abluftanlagen, Kälteanlagen, Serverräume, Rechenzentren, grössere USV- und Wechselrichter-Anlagen, Industrieanlagen etc. - Da Abwärme in nutzbaren Mengen oft nicht dort anfällt wo sie gebraucht wird, ist eine objektübergreifende Betrachtung erforderlich (Anergienetz). - Der Schlüssel zur effizienten Abwärmennutzung ist deren geschickte Einbindung in das Gesamtsystem. Je nach Temperaturniveau ist allenfalls sogar eine direkte Nutzung (ohne Wärmepumpe) möglich.
Fernwärme / Wärmeverbund	<ul style="list-style-type: none"> - Die Verfügbarkeit von Fernwärme / Wärmeverbund und deren ökologische Qualität (Primärenergie- und Treibhausgasemissionsfaktor) sind im Rahmen der Erstellung des Energieversorgungskonzeptes abzuklären.
Erdwärme	<ul style="list-style-type: none"> - Bei der oberflächennahen Geothermie (Erdsonden, Energiepfähle) ist ein nachhaltiger Betrieb zu gewährleisten. Deshalb ist anzustreben, das Erdreich im Sommer (mindestens teilweise) zu regenerieren. - Im einfachsten Fall geschieht dies, indem das Erdreich für eine direkte Kühlung des Gebäudes genutzt wird. - Bei grösseren Erdsondenfeldern ist eine Regeneration erforderlich und es sind entsprechende Simulationsrechnungen durchzuführen. - Bei Einzel- oder kleinen Mehrfachsondensystemen ist eine Möglichkeit zu schaffen, welche eine spätere Regeneration der Erdsonden erlaubt. - Ein frostschutzmittelfreier Betrieb der Sonden ist zu prüfen und als Variante darzustellen.
Grundwasser	<ul style="list-style-type: none"> - Die Nutzung von Grundwasser als Wärme- oder Kältequelle ist aufgrund der konstanten Temperatur interessant. Gewässerschutz, Wasserqualität und Ergiebigkeit müssen berücksichtigt werden. Eine allfällige Grundwassernutzung ist bei der Erarbeitung des Energiekonzeptes mit der zuständigen Bewilligungsbehörde abzuklären.
Oberflächen-gewässer	<ul style="list-style-type: none"> - Bevorzugt werden wenige grössere Wasserfassungen und -rückgaben, nicht zuletzt wegen des Unterhalts der Wasserfassung (z.B. Wandermuscheln, Verschlammung). Daher sind gemeinschaftliche Lösungen mit einer grösseren Leistung anzustreben. Die Nutzungsmöglichkeiten und Bedingungen sind in jedem Fall vor Beginn der Planung mit der zuständigen Bewilligungsbehörde abzuklären.
Aussenluft	<ul style="list-style-type: none"> - Aussenluft als Wärmequelle ist üblicherweise nur sinnvoll für kleine Anlagen in Kombination mit anderen Energieträgern oder wenn keine andere Umweltenergie genutzt werden kann. Dem Schallschutz ist besondere Beachtung zu schenken.
Solarenergie thermisch	<ul style="list-style-type: none"> - Sonnenkollektoren für die Trinkwassererwärmung sind bei Objekten mit regelmässigem Warmwasserbedarf (Wohnen, Heime, Sportanlagen etc.) zu prüfen. Sie sind in der Regel so zu dimensionieren, dass im Sommer ein Deckungsgrad von 80 bis 100% erreicht werden kann (ganzjährig ca. 50%). - Kritisch zu prüfen ist der Einsatz von Sonnenkollektoren: <ul style="list-style-type: none"> - für die Heizungsunterstützung (Kosten/Nutzen-Verhältnis) - in Kombination mit Fernwärme (Überschuss an Abfallwärme im Sommer) - Wird die Energie mit einer Wärmepumpe umgewandelt, ist eine Photovoltaikanlage zu bevorzugen.

Holz	<ul style="list-style-type: none"> - Das wertvolle, beschränkt verfügbare Energieholz soll prioritär für hochwertige Energieanwendungen eingesetzt werden, für welche andere erneuerbare Energieträger nicht oder nur bedingt eingesetzt werden können. Demgemäss werden Holzenergieanlagen eingesetzt für: <ul style="list-style-type: none"> - Wärmegeführte Wärme-Kraft-Kopplung (WKK) - Bereitstellung von Prozessenergie auf hohem Temperaturniveau (z.B. Dampf) - Bereitstellung von Raumwärme in Fällen, in denen langfristig ein Wärmeabgabesystem auf hohem Temperaturniveau erforderlich ist und kein anderer Energieträger zur Verfügung steht, mit dem die Wärmeversorgung unter vergleichbaren ökologischen und wirtschaftlichen Bedingungen realisiert werden könnte. - Neue Holzheizungen sind überdies an Standorten möglich, bei welchen über die Anlagenlebenszeit genügend Energieholz in der nahen Umgebung zur Verfügung steht. Dabei ist das Verteil- und Abgabesystem so zu wählen, dass die Energiequelle durch eine zukünftige Energiequelle mit tiefen Vorlauftemperaturen ersetzt werden kann.
Biogas	<ul style="list-style-type: none"> - Für den Einsatz von Biogas gilt sinngemäss dasselbe wie für Holz. - Die Nutzung von Biogas ab dem Gasnetz ist auf WKK-Anlagen zu beschränken. Nur in Ausnahmefällen soll Biogas dafür verwendet werden, ein energetisch suboptimales Gebäude ökologisch zu "veredeln". Dies z.B. im Sanierungsfall, wenn keine umweltfreundlichen Energieträger sinnvoll nutzbar sind. - Biogas soll auch für jene Fälle, wo Erdgas zulässig ist anstelle von oder gemischt mit Erdgas eingesetzt werden.
Erdgas, Heizöl	<ul style="list-style-type: none"> - Fossile Energieträger kommen nur mit letzter Priorität in Frage. Ihr Einsatz beschränkt sich auf folgende Fälle: <ul style="list-style-type: none"> - Bedarf für hohes Temperaturniveau während klar beschränkter Zeitdauer (< 20 Jahre). In diesen Fällen ist eine WKK zu prüfen. - Spitzenlastdeckung und/oder Redundanz in bi- oder multivalenten Systemen. - Insellösungen für einzelne, kleine Wärmeverbraucher, für die der Anschluss an eine zentrale Wärmeversorgung zu aufwändig und eine Wärmepumpen- oder Holz-Lösung nicht realisierbar ist. - Das Verteil- und Abgabesystem ist so zu wählen, dass die Energiequelle durch eine zukünftige Energiequelle mit tiefen Vorlauftemperaturen ersetzt werden kann.

Planung und Ausführung

Wärmebedarf	<ul style="list-style-type: none"> - Der dynamische Verlauf und die Gleichzeitigkeit des Wärmebedarfs (Heizung und Warmwasser) sind zu berücksichtigen. - Reserven sind zu vermeiden. In Ausnahmefällen müssen diese explizit ausgewiesen werden.
Kältebedarf	<ul style="list-style-type: none"> - Der Kältebedarf ist unter Berücksichtigung des dynamischen Verlaufs nachzuweisen. - Gleichzeitigkeit und Reserven sind mit der Bauherrschaft abzusprechen und auszuweisen.
Wärme-/Kälteerzeugung	<ul style="list-style-type: none"> - Die Wärme- und Kälteerzeugung muss unter Berücksichtigung des Jahresverlaufs Wärme/Kälte, der Abwärmenutzung und dem Freecooling integral konzipiert werden. Hierbei soll im Jahresverlauf die bestmögliche Energieeffizienz erzielt werden. - Die Leistung der Erzeugung muss sich dem Teillastbetrieb anpassen können.
Apparate	<ul style="list-style-type: none"> - Wo vorhanden, müssen typengeprüfte Apparate und Komponenten eingesetzt werden. Abweichungen sind zu begründen. - Es sind Ventile mit möglichst geringem Leckageverlust einzusetzen, dazu eignen sich am besten dichtschiessende Klappen.

Verfügbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> - Die Verfügbarkeit der Erzeugungssysteme muss so hoch sein, dass keine unzumutbare Beeinträchtigung der Gebäudenutzung auftreten kann. Ein entsprechendes Konzept ist im Vorprojekt darzulegen. Bei grösseren oder komplexen Anlagen ist eine Risikoanalyse durchzuführen.
Wärmepumpen / Kältemaschinen	<ul style="list-style-type: none"> - Es sind hohe Werte für Leistungszahl (COP / EER) und Jahresarbeitszahl (JAZ) anzustreben. - Die geplanten Werte für Leistungszahl (COP / EER) und Jahresarbeitszahl (JAZ) sind bei der Systemwahl zu dokumentieren. Dabei muss die Jahresarbeitszahl (JAZ) für das Gesamtsystem (inkl. Förderenergie für das Wärmequellenmedium) beziffert werden. Die entsprechende Systemgrenze ist aufzuzeigen. - Die messtechnische Überprüfung der JAZ ist zwingend gefordert, die notwendigen Messeinrichtungen sind einzuplanen. - Es sollen natürliche Kältemittel eingesetzt werden. Eine Verwendung von synthetischen Kältemitteln muss bei der Bauherrschaft beantragt werden. - Bei der Beschaffung sind die Lebenszykluskosten zu berücksichtigen.
Rückkühlung	<ul style="list-style-type: none"> - Sind Rückkühler nötig, sind sie bezüglich Freecooling, Temperaturniveaus und Unterhalt zu optimieren.
Holz / Pellets	<ul style="list-style-type: none"> - Bei grösseren Anlagen (>300 kW) sind Holzschnitzel den Pellets vorzuziehen. - Holzheizungsanlagen sind mit Speicher auszurüsten. - Die Vorgaben QM Holzheizwerk sind zu beachten. (siehe QM Holzheizwerk) - Die CO-Problematik in den Lagerräumen ist zu beachten. - Muss gemäss LRV kein Feinstaubfilter eingesetzt werden, ist der Platz dafür vorzusehen. - Die sachgemässe Entsorgung von Asche und Feinstaub ist im Rahmen der Planung zu regeln. Die dafür nötigen Einrichtungen sind einzuplanen inkl. der Behälter und deren Abtransport.
Wasserqualität	<ul style="list-style-type: none"> - Ein Konzept bezüglich Wasserqualität und Wassernachspeisung in der richtigen Qualität ist zu erstellen. - Die Wasserqualität im System ist zu protokollieren.
Pumpen	<ul style="list-style-type: none"> - Der Nachweis für die korrekte Dimensionierung ist mittels einer Rohrnetzrechnung und der entsprechenden Pumpenauswahl (Diagramm) zu belegen. - Es sind Pumpen der jeweils besten Effizienzklasse einzubauen. Bei variablen Volumenströmen sind geregelte Pumpen einzusetzen. Bei grossen und stark variierenden Volumenströmen ist der Einsatz von Teillastpumpen zu prüfen
Abgabesysteme / Systemtemperaturen	<ul style="list-style-type: none"> - Für neue Wärmeabgabesysteme gilt: <ul style="list-style-type: none"> - Maximale Vorlauftemperatur 40°C - Bei Flächenheizung: maximale Vorlauftemperatur 35°C - Für neue Kälteabgabesysteme gilt: <ul style="list-style-type: none"> - Ohne Entfeuchtungsbedarf soll die Vorlauftemperatur min. 16 °C betragen, ausgenommen freie Kühlungen. - Die Wärme- und Kälteabgabesysteme müssen auf die Nutzung der jeweiligen Räume abgestimmt sein. In Räumen mit stark schwankenden internen Lasten sind rasch reagierende Abgabesysteme zu wählen. - Wärme- und Kälteabgaben ausschliesslich durch die Lüftungsanlage sind nur in begründeten Fällen zulässig, wenn dies gegenüber anderen Systemen energetische oder wirtschaftliche Vorteile bringt.
Etagenverteiler	<ul style="list-style-type: none"> - Räume für Etagenverteiler (Wire Center) werden mit einer Raumtemperatur von 28 – 30 °C im Kühlfall ausgelegt und betrieben. - Bei der Auslegung der Kühlleistung sind die effektiven Abwärmeleistungen, nicht die Anschlussleistungen der Geräte zu verwenden. - Vor dem Einsatz einer aktiven Kühlung muss die Möglichkeit einer direkten Kühlung mittels Aussen- oder Umgebungsluft in Betracht gezogen werden.
Hydraulischer Abgleich	<ul style="list-style-type: none"> - Die Verteilungen sind entsprechend den Angaben der Planer durch die Unternehmer einzuregulieren und die Werte sind zu dokumentieren.

Leistungsnachweise	<ul style="list-style-type: none"> - Das Einhalten der spezifizierten Leistungsdaten der verschiedenen gebäudetechnischen Einrichtungen ist unter realen Betriebsbedingungen nachzuweisen. In der Ausschreibung, bzw. dem Vertrag, sollte ein Malus-System bei nicht eingehaltenen Garantiewerten integriert werden. - Insbesondere wird die messtechnische Überprüfung und Protokollierung folgender Leistungsdaten verlangt: <ul style="list-style-type: none"> - Leistungszahl (COP) und Leistung von Wärmepumpensystemen - Leistungszahl (EER) und Leistung von Kältemaschinen - Kesselleistung und -wirkungsgrad bei Feuerungsanlagen (ausgenommen typengeprüfte Feuerungsanlagen) - Wassermengen von hydraulischen Systemen - JAZ sind im Rahmen der Erfolgskontrolle zu messen (siehe Teil 1)
Nachinstruktionen	<ul style="list-style-type: none"> - Mindestens eine Nachinstruktion für die Betreiber ist auszuschreiben. - Diese soll je nach Gebäude 2-4 Monate nach dem Nutzungsbeginn erfolgen.

Projektdokumentation und Nachweise

Alle nachfolgenden Dokumente sind bei jedem Phasenabschluss von der Bauherrschaft bewilligen zu lassen als Start für die nächste Planungsphase.

Projektphasen					Anforderungen
S	V	P	A	R	
					Legende: VorStudien, Vorprojekt, BauProjekt, Ausschreibung, Realisierung (✓) Provisorisch / Entwurf ✓ Definitiv ✓ Kontrolle / anpassen
(✓)	✓				Allfällige Variantenstudien
	(✓)	✓	✓		Erfüllung Schallschutz-Anforderungen (Aussen- und Innenlärm)
	(✓)	✓	✓		Anlagenbeschrieb mit Auslegungs- und Leistungsdaten, (Wärme-, Kälteleistung, Aussentemperatur, Raumtemperaturen, COP, Systemtemperaturen etc.)
	(✓)	✓	✓	✓	Prinzipschema mit Leistungs- und Temperaturangaben
	(✓)	✓	✓	✓	Dimensionierung und wesentliche Leistungsmerkmale von Wassererwärmern, Speichern, Brennstofflager, Erdsondenfelder, Pumpen etc.
	(✓)	✓	✓	✓	Unterhaltskonzept: Zugänglichkeit der Anlagen, Wartungsmassnahmen, ...
	(✓)	✓	✓	✓	Zusammenstellung der Heizung- und Kälteanlagekosten (Aufstellung nach BKP-Positionen)
	✓	✓	✓		Konzept Verfügbarkeit (Betriebssicherheit, Redundanz etc.)
		✓	✓	✓	Funktionsbeschrieb: Steuer- und Regelfunktionen der Anlagen, Überwachung, Sicherheit etc.
		(✓)	✓		Integrierte Tests (Funktionstests): Testplan, Protokoll
			✓		Protokoll Wasserqualitäten im Leitungsnetz
			✓		Leistungsnachweise

3. Ergänzungen des Hochbauamtes

3.1. Heizung und Kälte: Technische Anforderungen

Allgemein

- Bei Umbauten und Installationserweiterungen sollten nach Möglichkeit bestehende Fabrikate und Ausführungen beibehalten werden.

Armaturen, Regelorgane, Pumpen

- Alle Armaturen müssen in rostfreier Qualität ausgeführt oder mit einer entsprechenden Oberflächenbehandlung versehen sein.

Neu im Text KBOB erwähnt **Rohrleitungen, Verteiler, Schweissung**

- Vor Inbetriebnahme der Installationen muss das gesamte Leitungsnetz durchgespült und in der Regel 24 Stunden lang mit einem 1,3-fachen Betriebsdruck abgepresst und auf Dichtheit geprüft werden. Die Druckprüfungsprotokolle sind dem HBA in schriftlicher Form abzugeben.
- Bei kleineren Leitungsdimensionen sind Pressfitting-Systeme in rostfreier Ausführung den geschweissten Installationen vorzuziehen.
- Zur Verhinderung von Kältebrücken und Tauwasser müssen gedämmte Rohrschellen (Kälterohrschellen) verwendet werden. Die Dämmstärke muss der vorgesehenen Leitungsisolationsstärke entsprechen.

Oberflächenbehandlungen

- Alle fertig installierten Rohre müssen mit einer einwandfreien Oberflächenbehandlung versehen werden, welche einen dauerhaften Korrosionsschutz gewährleistet (gilt nicht bei rostfreiem Rohrmaterial).

Kältemittel-Leitungen

- Im Aussenbereich müssen Dämmungen mechanisch geschützt werden.

3.2. Dämmungen: Technische Anforderungen

- Leitungsdurchführungen durch Wände und Decken sind in der Regel in derselben Qualität zu dämmen wie das übrige Leitungsnetz (Spezielle Anforderungen bei Brandabschnitten sind zu beachten).

Empfohlene Dämmungen:
 (siehe auch Empfehlungen des Verbandes Schweizerischer Isolierfirmen VSI und eco-bau)

Ausführung der Dämmung	Dampf und Kondensat sowie Heisswasser	Heizung und Sanitär - WW	Sanitär KW	Kälte (ca. +6°C)	Gewerbliche Kälte
Synthetischer, geschlossporiger Kautschuk		X	X	X	X
Mineralwollschalen, kaschiert mit glasfaserverstärkter Alufolie	X	X			
HFCKW-freie PIR-Schalen mit Stucco-Folienmantel		X	X		
Angesetzte FCKW- und HFCKW-freie PIR-Schalen mit äusserem Dampfsperre-Anstrich				X	

3.3. Dämmungen: Ausführung

Allgemein

- Falls Dämmungen mechanisch geschützt werden sollen (insbesondere in Zentralen bis zu einer Höhe von 2.10 m sowie in allen Aussenbereichen), ist eine Ummantelung aus Alu-Blech zu verwenden.
- Ab einer Höhe von 2.10 m müssen Dämmungen in der Regel nicht mechanisch geschützt werden.
- Bei Leitungen, die hinter Verkleidungen geführt werden, ist auf eine Ummantelung zu verzichten.
- Dämmungen sind derart auszuführen, dass Flanschverbindungen problemlos gelöst werden können.
- Metallische Verkleidungen von Dämmungen dürfen keinen direkten Kontakt mit den Rohrleitungen haben.
- Wärmedämmungen sind satt gestossen und fugenversetzt anzubringen. Hohlräume zwischen Anlageteilen und Dämmstoffen sind zu vermeiden.
- Dämmsysteme sind so zu montieren, dass demontierbare Armaturen ohne Beschädigung der Dämmung ein- und ausgebaut werden können (z.B. Berücksichtigung von Schraubenlängen bei Flanschverbindungen).

Kälteleitungen

- Kälteleitungen müssen vor dem Aufbringen des Dämmmaterials mit einem «dämmmaterialverträglichen» Korrosionsschutz versehen werden.
- Dämmungen von Kälteleitungen müssen auf der wärmeren Seite eine Dampfsperre aufweisen, die nicht unterbrochen werden darf. Es sind folgende Minimalwerte einzuhalten:
 - Temperatur des Kältemediums:
 - +8°C bis +12°C: Sperrwert ($\mu \cdot d$) > 10 m
 - 0°C bis +8°C: Sperrwert ($\mu \cdot d$) > 100 m

- Die entsprechenden Nachweise (Schichtdickenmessungen) sind dem HBA abzugeben.
- Dämmungen dürfen durch äussere Aufhängungen nicht gequetscht werden (Kondensationsgefahr durch verringerte Dämmwirkung).
- Ausschäumungen vor Ort sind möglichst zu vermeiden, da die Qualität kaum überprüft werden kann.
- Entlüftungs- und Entleerungsleitungen an Kälteanlagen sind auf eine Länge von 30 bis 50 cm zu dämmen.

3.4. Projektdokumentation und Nachweise

- Abweichung zu Kapitel 2 Seite 8: Das HBA prüft, ob alle geforderten Dokumente vorliegen. Die inhaltliche Richtigkeit liegt in der Verantwortung des Fachplaners, respektive des Planungsteams.